

## Глава 7. Ведущие технологии завершающей фазы кибернетической революции. В какой области она начнется?

### 7.1. ВЕДУЩИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЗАВЕРШАЮЩЕЙ ФАЗЫ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ

В процессе завершающей фазы кибернетической революции, очевидно, ведущими станут новые области технологии и экономики. Какие именно? Из этого вопроса следуют, по крайней мере, два других. *Первый*: какие новые отрасли выдвигнутся вперед в итоге этого технологического переворота? Ясно, что подобное выдвигание не может быть одновременным. Но начавшие рывок отрасли самой логикой завершающей фазы кибернетической революции «подтянут» другие. Так, в завершающей фазе промышленной революции прорыв начался в текстильной отрасли (хлопчатобумажной). Но поскольку эта фаза была связана с переходом на полностью машинный характер производства, неизбежно через двадцать-тридцать лет стала быстро развиваться (а во многом появилась почти с нуля) такая отрасль, как машиностроение. Использование энергии пара и машиностроение существенно «подтянули» отрасли добычи угля и выплавки стали, хотя они были заметными и ранее. Много машин появилось и в других отраслях. Словом, комплекс передовых производств формировался в ходе завершающей фазы промышленной революции в 1760–1820-х гг.

Если говорить о прогнозах для завершающей фазы кибернетической революции, то, по нашему мнению, в целом *ведущими технологическими направлениями в фазе управляемых систем станут несколько отраслей: медицина, био- и нанотехнологии, робототехника, информационные, аддитивные (3D-принтеры) и когнитивные технологии. Вместе они сформируют сложную систему саморегулируемого производства.* О всех этих направлениях в большей или меньшей степени будет рассказано в части 3. Последовательность изложения в нашей монографии в определенной, но не полной степени отражает наши предположения о сравнительной важности каждого направления в завершающей фазе кибернетической революции. Но, во-первых, на последовательность изложения влияли соображения логичности переходов и развития идей монографии, во-вторых, важность той или иной области может меняться с течением времени. В целом мы обозначили указанный комплекс как **МАНБРИК-технологии**, по первым буквам названий технологий (см. Рис. 7.1)<sup>1</sup>.

Как известно, довольно распространена аббревиатура NBIC-конвергенция (см.: Lynch 2004; Bainbridge, Roco 2005; Dator 2006; Ковальчук 2011; Акаев 2012)<sup>2</sup>. Есть также исследователи (Jotterand 2008), которые считают ведущим в

<sup>1</sup> Соответственно: медицинские, аддитивные (3D-принтеры), нанотехнологии, биотехнологии, робототехника, информационные и когнитивные технологии. Но порядок букв в данной аббревиатуре не отражает наших представлений о сравнительной важности направлений этого комплекса. Он связан с удобством произношения.

<sup>2</sup> N – нанотехнологии, B – биотехнологии, I – информационные технологии, C – когнитивная наука.

будущем иной набор технологических направлений – GRAIN (Genomics, Robotics, Artificial Intelligence, Nano-technology).

Однако, возможно, этот комплекс окажется гораздо шире, чем мы указываем. Не исключено, что проявят себя и совсем новые отрасли, которые сегодня находятся в зачаточном состоянии. Поэтому в дальнейших главах мы подробно рассмотрим именно эти основные направления кибернетической революции, прежде всего медицину, биотехнологию и нанотехнологию, в меньшей степени – робототехнику, информационные и когнитивные технологии, а также коснемся некоторых других потенциально важных отраслей.

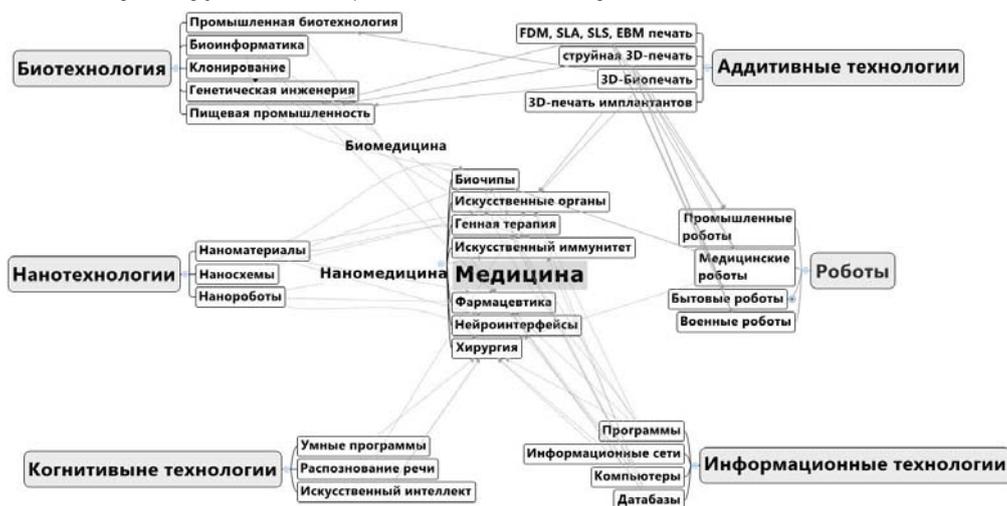


Рис. 7.1. Взаимосвязь отраслей МАНБРИК-технологий

Схема на Рис. 7.1 демонстрирует основные направления кибернетической революции в разрезе связей с медициной.

*Второй вопрос:* в какой отрасли начнется завершающая фаза кибернетической революции? Какая будет первой? Здесь прежде всего следует иметь в виду, что область прорыва будет узкой. Дело в том, что, как мы видели в истории технологий, переход к новому инновационному уровню никогда не начинается одновременно на широком фронте, прорыв осуществляется в отдельных местах, а затем уже, образно говоря, через этот прорыв «подтягиваются» новые инновации. В этой связи напомним, что промышленная революция началась в довольно узкой хлопчатобумажной области текстильной мануфактуры, причем с решения вполне конкретных проблем: сначала ликвидация разрыва между прядением и ткачеством, а затем, после увеличения производительности ткачей, поиск механизации прядения. Однако решение данных узких задач в условиях наличия к этому времени большого количества важнейших элементов машинного производства (включая множество механизмов, примитивные паровые машины, довольно большой объем добычи каменного угля и т. п.) вызвало взрыв инноваций, которые и дали импульс развитию промышленной революции.

По аналогии можно предположить, что и кибернетическая революция начнется сначала в узкой области. Мы полагаем, что область, в которой начнется завершающая фаза кибернетической революции, – медицина. Но, скорее всего,

это будет не традиционная медицина, а ее новое направление. Сегодня уже стали общепризнанными такие термины, как «биомедицина», «наномедицина», «медицинская робототехника» и др. Очень вероятно, что в этих или подобных им совсем новых направлениях медицины и начнется «прорыв», поскольку, как увидим далее, такого рода технологические прорывы не могут возникнуть в уже зрелых отраслях. Наше предположение базируется: а) на анализе новейших достижений технологий; б) на закономерностях, выведенных из теории производственных революций; в) на ряде глобальных демографических и экономических трендов. Соответственно в этой главе мы вначале рассмотрим закономерности развития производственных революций, а затем демографические и экономические условия, которые, по нашему мнению, обеспечат приоритет именно медицине. Что касается новейших достижений в технологиях, подробно рассмотрим их в части 3.

## **7.2. ЛОГИКА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ: АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ И СООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ЭТАПАМИ**

**Возможности теории производственной революции.** Значение теории принципов производства и производственных революций в том, что они не только позволяют сделать более глубокое и продуктивное описание эволюции производственного и технологического развития, но и дают инструмент для прогнозов в отношении разворачивания кибернетической революции и научно-кибернетического принципа производства. Наличие такого инструментария – очевидный признак научности теории. Наш прогноз базируется на выявленных закономерностях между фазами производственных революций. Мы полагаем, что на основе закономерностей, выявленных в ходе аграрной и промышленной революций, можно сделать следующие предположения: во-первых, о длительности средней (модернизационной) фазы кибернетической революции; во-вторых, о времени начала и приблизительной продолжительности завершающей фазы этой революции; в-третьих, о том, в каких секторах и направлениях будет происходить новый технологический прорыв. Таким образом, теория производственных революций дает методологию для обоснования прогноза будущих технологических изменений кибернетической революции. Напомним, что начальная инновационная фаза кибернетической революции уже завершилась (1950-е – начало 1990-х гг.), а модернизационная – находится примерно на средней стадии своего развития (началась в 1990-х гг. и предположительно завершится в конце 2020–2030-х гг.). Поэтому уже можно сравнить прогнозы теории в отношении каждой фазы производственной революции с реальностью, а также предположить вероятную роль тех или иных технологий в завершающей фазе кибернетической революции.

Для более точного объяснения такой методологии мы приводим в системе (иногда формулируем заново) в этом параграфе ряд функциональных и процессных зависимостей между: а) начальной и завершающей фазами производственной революции; б) начальной и средней фазами; в) средней и завершающей фазами производственной революции. Далее, зная алгоритм того, как процессы, проявившие себя на начальной фазе производственной революции, могут трансформироваться на ее средней и завершающей фазах, на основе исследования

начальной и незаконченной средней фазы кибернетической революции мы даем прогнозы ее развития в ближайшие десятилетия.

### **7.2.1. Особенности начальной фазы: объединение в систему несистемных тенденций и развитие новых**

На начальной фазе производственной революции:

1. *Получает системное выражение целый ряд тенденций и инноваций, которые являлись несистемными по отношению к предшествующему принципу производства.* Несистемность означает, что по отношению к предшествующему принципу производства эти явления не играли решающей роли и не вытекали из главных его характеристик, в то время как в отношении нового принципа производства роль этих характеристик значительно возрастает. Рассмотрим это на примере автоматизации, которая в той или иной степени проявлялась в промышленном производстве задолго до начала кибернетической революции. Одна из главных характеристик промышленного принципа производства заключается в том, что производство осуществляется машинами, которыми управляет человек, используя свои органы чувств, физическую силу и квалификацию. Но при этом часть процессов в работе механизмов осуществлялась практически без непосредственного участия человека, то есть автоматически. Однако автоматизация процессов не являлась фундаментальной, обязательной характеристикой промышленного принципа производства, а была своего рода дополнительным бонусом. В начале XX в. автоматизация стала очень активно развиваться (например, в электротехнике для предотвращения аварий, в двигателях – для удобства управления и т. п.). Но и тогда она не получила решающего значения, поскольку еще не использовалась для автоматизации технологических процессов в целом.

Следовательно, автоматизацию в этот период можно считать гиперразвитием такой фундаментальной черты, как механизация. Причем даже в первой половине XX в. автоматизация не являлась ведущей линией промышленного принципа производства. Напротив, лидирующее место занимали процессы новейшего разделения труда, включая массовое распространение конвейерного производства (как мы помним, постоянное углубление разделения труда в отличие от автоматизации – фундаментальная и сквозная характеристика промышленного принципа производства, ярко обозначившаяся еще в мануфактурах). Иное дело – развитие автоматизации во второй половине XX в. Она стала важнейшей характеристикой научно-кибернетического принципа производства (на его начальных этапах), находя все новые формы применения и выражения в освобождении человеческих затрат по управлению производственными процессами (особенно в ИКТ).

Итак, *начальная фаза производственной революции развивает до предела несистемные элементы предшествующего периода, превращая их в ведущие черты.* Автоматизация в этом плане продолжала механизацию, химия искусственных материалов – органическую химию, «зеленая революция» в сельском хозяйстве – развитие агрономии. Развитие радио- и телевизионной техники было продолжением тренда новых способов передачи информации, обозначившегося ранее. Такая преемственность может скрывать глубину перехода от одной эпохи к другой. Недаром в 1950–1970-е гг. научно-техническое развитие считали про-

должением индустриальной революции, в лучшем случае ее называли новой индустриальной революцией (научно-технической революцией).

2. *Бывшие несистемные характеристики вместе со вновь появившимися теперь образуют единую систему нового принципа производства.* Автоматизация, создание искусственных материалов химической промышленностью, мощнейшее развитие некомпьютерной электроники и средств связи, появление удобных и разнообразнейших двигателей, массовый переход на новые виды энергии и топлива, прорыв в селекции и защите растений, освобождение миллионов работников, ранее занятых в сельском хозяйстве и промышленности, и их переход в сектор услуг в совокупности с рядом новых направлений в технике, информатике и науке – все это создало принципиально новую ситуацию в экономике. Это и было свидетельством начала новой производственной – кибернетической – революции.

3. *Важным моментом, дающим мощнейший синергетический эффект, выступает также временная плотность (кластерность) рождения и развития целого ряда направлений, в большей или меньшей степени являющихся характерными именно для нового принципа производства (см. об этом в Приложении 2).*

В 1950–1960-х гг. такими направлениями были атомная энергетика, космические исследования и освоение космических частот для связи и других целей, освоение морских глубин и, конечно, информационно-компьютерные, множительные, лазерные технологии, а также и другие направления (в частности, в генетике, медицине и биотехнологиях).

4. *Однако судьба этих инновационных направлений может быть различной:* часть из них далее – во второй половине начальной фазы и в средней фазе – получает особое по масштабам и важности развитие, а часть развивается не столь бурно, некоторые после десятилетий «спячки» неожиданно «просыпаются» к новому подъему. Некоторые и вовсе оказываются (по крайней мере, на время) тупиковыми. Так, на сегодняшний день атомная энергетика столкнулась с серьезными ограничениями из-за экологических проблем, надежды на овладение термоядерной энергией не оправдались, а освоение морского дна (за исключением морского шельфа) пока остается экзотикой. Зато развитие ИКТ стало ведущей линией. Также неожиданно вновь возродилась нетрадиционная энергетика (в ущерб атомной), проекты овладения которой были очень популярны в 1960–1970-е гг.

5. *Смена лидирующего сектора во время производственной революции.* Ведущее значение специфических характеристик и секторов нового принципа производства наглядно проявляется ближе к концу начального этапа производственной революции или на средней ее фазе (как и случилось с ИКТ). Этим секторам необходимо время, чтобы обрести зрелость и системность. *Таким образом, в течение первых двух фаз производственной революции происходит постоянная смена ведущих отраслей и секторов и появление новых.* Одна из отраслей нового принципа производства на достаточно длительное время (конец начальной и средняя фаза) начинает как бы подавлять все другие. Эта область становится своего рода символом производственной революции, ее движущей силой. *Но в дальнейшем ее роль как локомотива должна снизиться.* Так, шерстяная промышленность (важнейшая на ранней фазе промышленной революции) оказалась второстепенной на ее завершающей фазе, когда ее сменило хлопчатобумажное производство. Отсюда вывод: ведущим направлением завершающей

фазы кибернетической революции будут не ИКТ. Они могут совершить (и, скорее всего, совершат) новый рывок, получив импульс от новых прорывных технологий, но это случится значительно позднее начала завершающей фазы этой революции.

Например, можно предположить, что рано или поздно, но неизбежно произойдут очень серьезные изменения в трансформации самого процесса программирования. В настоящий момент он весьма трудоемкий и медленный. Скорее всего, развитие пойдет в направлении упрощения и роботизации части работы по написанию и особенно внедрению программ, словом, в замене труда программиста в основном машинным и развитии направления «сам себе программист». Здесь можно использовать следующую аналогию относительно истории прогресса в информационной сфере. В 1814 г., то есть примерно в середине завершающей фазы промышленной революции, появилась печатная машина Фридриха Кёнига, полностью механизировавшая все операции, которые печатники прежде делали вручную, что повысило производительность труда в несколько раз. Исходя из этого, имеет смысл предположить, что такой прорыв может случиться где-нибудь в середине XXI в., хотя наверняка значительные продвижения в этом плане будут и раньше.

*6. Уже на начальной фазе появляется прообраз тех секторов, которые станут ведущими на ее завершающей фазе. Но на начальной фазе они не играют ведущей роли.*

### **7.2.2. Особенности средней – модернизационной – фазы: накопление инноваций и поиск места прорыва**

1. *Масштабность проявившихся тенденций и зарождение новых.* С одной стороны, на этой фазе находят свое развитие (но в разной степени) многие процессы, оформившиеся на начальной фазе производственной революции. С другой стороны, именно на модернизационной фазе мы видим истоки тех форм, которые получают новое воплощение на фазе завершения производственной революции. Следовательно, важно разделить тенденции, которые уже обнаружили свою зрелость, и тенденции, которые лишь зарождаются, чтобы попытаться понять, какие из них будут развиваться, а какие окажутся второстепенными, стабилизируются или позже пойдут на убыль.

2. *Развитие идет вширь. Потребность в глубоких социально-политических изменениях.* В первой половине модернизационной фазы особенно заметно расширение новых технологий. Во второй – движение вширь, столкнувшись с определенным насыщением, несколько замедляется, что усиливает активизацию в инновациях. Все вместе создает ощущение кануна чего-то важного. Однако решающий компонент для возникновения новой системы пока отсутствует. Причем эта лакуна может определяться отсутствием не только технического (технологического) решения, но и общественных условий для его внедрения. Одна из важнейших характеристик модернизационной фазы заключается в том, что *в этот период должны произойти глубокие перемены в социальных и политических отношениях.* Если рассматривать период промышленной революции, то XVII–XVIII вв. – время социальных революций в Англии, Голландии, США, Франции, которые изменили мир, а также это время изменений в мировой политике: Тридцатилетняя война (1618–1648) и Вестфальский мир, последовавший за ней, надолго заложили основы международных отношений (см. об этом: Гринин

2008а; 2008б; 2009а; Grinin *et al.* 2016). Глобализация и период, который мы назвали эпохой новых коалиций (Гринин 2009а; Гринин, Коротаев 2010а; 2012; Grinin, Korotayev 2015а), также должны существенно трансформировать мир и уже значительно меняют его.

3. *Идея решающего компонента.* На модернизационной фазе происходит накопление потенциалов и усовершенствований, которые определяют возможность завершающей фазы революции. К моменту ее начала должны сформироваться почти все компоненты. Но только с появлением решающего компонента инновации начнут складываться в новую систему. При этом перестройка иерархии в рамках всей производственной системы (областей деятельности, отраслей производства и инноваций по степени их важности) будет весьма существенной.

4. *Решающая инновация появится в новой области.* Вывод, который можно сделать в ходе исследования производственных революций: решающая инновация появится не в самой главной отрасли экономики (неведущими отраслями изначально были ирригационное земледелие в числе разных видов земледелия до завершающей фазы аграрной революции, хлопчатобумажная отрасль в числе других отраслей промышленности до завершающей фазы промышленной революции). Мало того, в этой отрасли должны сложиться особые условия, которые обязательно должны включать в себя высокую коммерческую прибыльность, привлекательность и устойчивый спрос на длительное время. Тем не менее появление решающей инновации может на какое-то время остаться недооцененным.

Решающая инновация для начала завершающей фазы кибернетической революции может возникнуть в разных областях медицины (как мы говорили выше, вполне возможно, на стыке с другими инновационными отраслями), может иметь место цепочка инноваций, которые переведут растущее количество инноваций в качественно новую систему. Не исключено, в частности, что такой прорыв будет связан с обнаружением успешных технологий борьбы с раком, поскольку эта болезнь существенно отличается от большинства других и требует решения на уровне генетики, а также использования принципиально новых технологий.

### 7.2.3. Особенности завершающей фазы

1. *Окончательно проявляются главные характеристики производственной революции.* Все основные черты завершающей фазы революции могут быть обнаружены и на начальной ее фазе, но только ретроспективно, частично, в недифференцированном или неразвитом виде. При этом сходство должно проявиться на ином уровне и в другом масштабе. Эти черты будущего еще более заметны на средней фазе.

Следовательно, *проанализировав начальную и среднюю фазы, выделив определенные их черты, определив динамику развития, можно сделать предположение о ведущих чертах кибернетической революции.* Именно на основании такого анализа мы смогли выявить наиболее важные характеристики кибернетической революции, включая экономию ресурсов и энергии, миниатюризацию, индивидуализацию, все более широкое использование новых, неизвестных ранее материалов и др. Эти черты уже вполне проявляются в нашу эпоху, но они станут ведущими в будущем.

2. Если на начальной фазе возникает много направлений, то среди них обязательно есть такие, которые станут ведущими на завершающей фазе. При этом на начальной фазе они могут играть менее важную роль. Так, если на завершающей фазе промышленной революции главное – это техника, машины, замена ручного труда машинным, то на начальной ее фазе техника является только частью нового направления. Технические инновации (замена ручного труда механическим) в начале промышленной революции были не столь важными, главным был процесс, углубляющий разделение труда. Если же обратиться к аграрной революции, то напомним, что ведущим направлением примитивного земледелия было использование плодородных участков путем ручной обработки (например, с помощью заостренной палки или каменной мотыги). Плодородие почвы было естественным или достигалось сжиганием растительности. Что касается ирригационных технологий, то на начальной фазе аграрной революции они были довольно слабо распространены и привязаны к некоторым локальным условиям. Зато на завершающей ее фазе они стали ведущими и, по сути, оставались такими в течение всего аграрно-ремесленного принципа производства.

Следовательно, ведущий сектор завершающей фазы кибернетической революции уже сформировался и является вполне заметным, но он в числе тех, которые пока не играют решающей роли в экономике. По нашему мнению, ведущую роль в разворачивании завершающей фазы кибернетической революции сыграют какие-либо новые инновационные отрасли медицины на стыке с новыми направлениями.

Обоснование этому дается ниже.

3. После появления решающей инновации (или их группы) должна начаться взаимная интеграция инновационных секторов. Этот процесс заметно усиливается в течение завершающей фазы производственной революции. Инновации взаимно интегрируются и создают принципиально новую систему. Так случилось, например, вскоре после изобретения механического прядильного станка, который стал непрерывно совершенствоваться, вбирая в себя лучшие черты предшествующих и конкурирующих между собой технических систем (такова была мюль-машина Кромптона, вобравшая в себя достоинства прялки «Дженни» Харгривса и ватер-машины Аркрайта, о чем мы рассказывали в Главе 4). Но главное, что до того разрозненные важные направления (паровые машины, паровая энергия, новые виды машин, принципы управления на крупных предприятиях, сложившийся институт изобретательства и разные технические инновации) позволили в течение двух десятилетий создать принципиально новый по всем параметрам сектор хлопчатобумажных фабрик. Далее это вызвало кумулятивный эффект быстрого изобретения недостающих инноваций в области расчесывания и выравнивания хлопка, крашения, наложения рисунка и т. п.

Отсюда: «прорывы» в медицине вызовут «подтягивание» и складывание в систему самых разных инноваций, что в итоге создаст возможность для завершения кибернетической революции (включая достижения ИКТ, нанотехнологий, робототехники, новые материалы и т. п., а также инновации в социальной жизни и системе социального обеспечения населения).

Вот один из примеров того, как медицина может объединять инновационные технологии (3D-принтеры, ИКТ, биотехнологии, нанотехнологии и др.)

в единый комплекс (в единую самоуправляемую систему) благодаря более приоритетной (как с гуманитарной, так и с экономической точки зрения) цели.

В Италии научные сотрудники смогли создать искусственный глаз, который будет выполнять далеко не косметическую функцию. Протез сможет передавать изображение, как настоящее глазное яблоко. Для его разработки ученые задействовали 3D-биопринтер, а сама технология будет введена в активное использование только в 2027 г. По мнению авторов работы, данное исследование совершит настоящую революцию в области офтальмологии, и люди, страдающие недугами глаз, смогут видеть наш мир. Этот бионический глаз можно будет без труда установить на место настоящего. Изобретение позволит подключаться к сети Wi-Fi и применять различные фильтры. Специалисты из Италии уверены, что их инновационное изобретение с легкостью обгонит по популярности очки и контактные линзы. Кроме того, планируется оснастить глаза специальной функцией, которая позволит делать снимки и печатать их при помощи 3D-принтера. Для изменения настроек глаза будет необходимо принять соответствующую таблетку. Каждая из них будет отвечать за отдельный пресет. Кроме того, в случае неисправности глаз можно будет с легкостью заменить даже в домашних условиях (Певцов 2015).

*4. Необходимо разделять область прорыва и смысл новой системы производства.* Область прорыва только открывает период глубоких трансформаций. А полностью производственная революция обретет свои логику и «смысл» позже, когда трансформации достигнут весьма значительной глубины и масштаба. Однако этот «смысл» уже можно пытаться угадать сейчас, исходя из процессов на начальной и средней фазах производственной революции.

*Общая идея кибернетической революции может быть связана с постоянной и всесторонней экономией энергии, ресурсов (включая труд) и материалов, которая начнет осуществляться благодаря массовому развитию самоуправляемых систем принципиально нового уровня.* Собственно, рост уровня жизни населения планеты, численность которого будет увеличиваться, по крайней мере, до 2070-х гг. (по большинству прогнозов, см., например: Population... 2012), без прорыва в области такой экономии состояться не может.

### **7.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ БУДУЩЕГО СЕКТОРА ПРОРЫВА**

**Основные условия, необходимые для определения сферы будущего прорыва.** Итак, одно из положений теории производственной революции гласит: одно из целого ряда ее направлений, обозначившихся на ее начальной и средней фазах, станет местом прорыва к завершающей ее фазе. При этом до начала рывка оно не играет ведущей роли в экономике. Анализ реального хода производственных революций также подсказывает характеристики будущего сектора:

- его товар должен быть в числе предметов первой необходимости. Зерно (в эпоху аграрной революции) и хлопчатобумажные ткани (в эпоху промышленной) отвечали этим требованиям;
- направление развития сектора должно отвечать ведущим тенденциям и проблемам общества (ирригационное земледелие смогло поддержать и ускорить начавшийся рост населения; хлопчатобумажная отрасль существенно отвечала потребностям растущей урбанизации и использованию избыточной рабочей силы, возникшей в аграрном секторе);
- сектор может повлиять на значимое число областей, интегрировать их (в эпоху аграрной революции ирригационные сооружения, например, требовали

совместных действий в масштабах общества; в период промышленного переворота это привело к быстрому росту экономики, перестройке транспортных путей и торговли);

- консерватизм в данном секторе сравнительно слабый, что позволяет инновациям внедряться быстрее и проще;

- сектор прорыва должен быть высокодоходным и иметь стабильный спрос, иначе он не привлечет крупных инвестиций. Кроме того, заимствование из данного сектора новых технологий, возникших в авангардном обществе, другими обществами не встретит серьезных препятствий (правительственных запретов и т. п.);

- сектор должен иметь большие резервы в отношении расширения и роста, а также на длительное время нуждаться в постоянном внедрении инноваций, чтобы стимулировать напряженную венчурную и инвестиционную активность.

**Возможные кандидаты.** Рассмотрим это в отношении кибернетической революции. Очевидно, что сектор будущего прорыва завершающей фазы данной революции уже должен существовать. Но какой из существующих отвечает изложенным характеристикам? Мы считаем, что такой прорыв не может состояться, например, в направлении «зеленой» (низкоуглеродной) энергетики (несмотря на то, что сегодня ветровая и солнечная энергетика развиваются весьма интенсивно). Дело в том, что «зеленая» энергетика не сможет заменить в полном объеме традиционную, а будет сосуществовать с ней, как сегодня сосуществуют с углеродной энергетикой гидро- и атомная<sup>3</sup>. Робототехника, если бы удалось создать устройства, которые умеют выполнять самые разные функции в сфере услуг, могла бы стать таким прорывным направлением. И недаром именно в создании роботов виделось будущее научно-технического прогресса. Робототехника сегодня имеет широкий спектр применения и достаточно быстро развивается (см., например: Макаров, Топчеев 2003; Гейтс 2007). И все же ни по объемам сегодняшних инвестиций, ни по уровню решенности стоящих перед ней проблем (включая разработки нейросетевых технологий), ни по интересу к этой отрасли пока не видно, что робототехника станет прорывным направлением в ближайшие полтора-два десятка лет. Конечно, в более позднее время робототехника должна достичь выдающихся успехов (подробнее см. в *Главе 10*). Последние годы автомобильные концерны и другие высокотехнологичные корпорации, такие как «Тесла» и «Гугл», стали активно пропагандировать и продвигать модели электромобилей и самодвижущихся автомобилей (об этом пойдет речь в *Главе 11*). Это, безусловно, перспективно, а число электромобилей уже сегодня достаточно велико. Но с электромобилями, даже если удастся решить важнейшие проблемы их зарядки и аккумуляции энергии (а здесь имеются существенные подвижки), по нашему мнению, будет то же, что и с низкоуглеродной энергетикой. Они не смогут полностью вытеснить автомобили, а только займут зна-

---

<sup>3</sup> Помимо преимуществ низкоуглеродная энергетика имеет и существенные минусы. Первый из них – недостаточная гибкость в изменении объема выработки энергии, что связано с перепадами в потреблении, и сложность аккумуляции этой энергии в отличие от иных направлений энергетики. Во-вторых, даже если удастся решить эту проблему, есть и экологические сложности. В-третьих, она серьезно зависит от погодных условий. Пока энергия, выработанная этими генераторами, остается добавочной, данные проблемы качественно не влияют на экономику. Но если «зеленая» энергетика станет основной, то они будут весьма существенными. Нельзя также забывать, что отрасль по-прежнему дотационная, а с падением цен на энергоносители разница в ценах, сгладившаяся при высоких ценах на нефть, может вновь возрасти.

чительную долю рынка. Что касается самоуправляемых автомобилей, то здесь предстоит решить серьезнейшие правовые вопросы, поскольку придется вносить изменения в правила дорожного движения, гражданско-правовую ответственность, а эти вопросы уже возникли с появлением единичных экземпляров таких машин (см., например: Невельский 2014; Анисимов 2015б)<sup>4</sup>. Но даже при успешном развитии самоуправляемых машин стоит обратить внимание на прогноз Barclays, аналитики которого считают, что в ближайшие 25 лет продажи автомобилей в США могут упасть примерно на 40 % из-за использования людьми беспилотных машин-роботов (Анисимов 2015а). То есть такие беспилотные автомобили даже через 25 лет не смогут вытеснить обычные. Иными словами, самоуправляемые автомобили, как и электромобили (а скорее всего, эти модели объединятся в единую), уже являются важным трендом, подготавливающим начало завершающей фазы кибернетической революции. И они станут ее заметной частью. Однако, по нашему мнению, не с них начнется завершающая фаза кибернетической революции.

**Медицина как сфера первоначального технологического прорыва.** Исходя из анализа сегодняшней ситуации, можно сделать вывод, что только медицина отвечает вышеизложенным требованиям. Медицина понимается нами в широком смысле слова, поскольку она будет включать (и уже активно включает) для своих целей целый ряд других направлений (использование роботов в хирургии и уходе за больными, информационных технологий – для удаленной медицины, нейроинтерфейсов – для лечения болезней психики и исследования мозга; генной терапии и инженерии, нанотехнологий – для создания искусственного иммунитета и биочипов, которые мониторят организм; новых материалов – для выращивания искусственных органов и многого другого, что станет мощной системой экономики). В ходе завершающей фазы кибернетической революции, несомненно, удастся увеличить нашу способность вмешиваться в человеческий организм, возможно, в какой-то мере в его геном; резко расширить возможности точечных влияний и операций вместо современных хирургических; широко использовать культуру выращивания отдельных биологических тканей, органов или их частей и элементов для использования в целях регенерации и реабилитации организма, а также небиологические аналоги биологической ткани (органов, рецепторов) и т. п. Об этом будет подробно сказано в следующей главе. Но от первых шагов в этом направлении (в 2030–2040-х гг.) до повсеместного широкого применения пройдет достаточно большой срок – не менее двух десятилетий<sup>5</sup>.

Однако сейчас мы говорим не о завершающей фазе в целом, а только о ее начале. И, разумеется, предсказать конкретный ход инноваций практически невозможно. Но можно однозначно утверждать, что первоначально новый инновационный комплекс сложится не в медицине старого типа и даже *не во всем вышеуказанном обширном инновационном направлении, а лишь в каких-то новых*

<sup>4</sup> Не говоря уже о предубеждении и боязни аварий. Достаточно появиться таким видео, какое выложил владелец электрокара Tesla Model S, о том, как «машина попыталась убить» его (автомобиль несколько раз попытался выехать на встречную полосу на узкой дороге), чтобы вызвать панику (Tesla... 2016).

<sup>5</sup> Подобный прорыв также будет опираться на качественный рост возможностей модификации в принципе любого живого организма – от бактерий до млекопитающих (за счет успехов генной инженерии). Модифицированные элементы таких организмов могут даже служить материалом для использования в человеческом организме, например антитела (напомним, что в медицине животные уже давно используются для получения сыворотки крови, необходимой при изготовлении вакцин).

ее отраслях, которые смогут стать областью начала прорыва в завершающей фазе кибернетической революции.

Итак, определенная инновационная область медицины будет сферой, где начнется завершающая фаза кибернетической революции, но в дальнейшем развитии самоуправляемости систем захватит самые разные области производства, услуг и жизни. Приведем в совокупности причины, которые объясняют, почему именно медицина и связанные с ней области станут местом первоначального прорыва завершающей фазы кибернетической революции:

1) Медицина имеет уникальные возможности, как никакая другая отрасль, для объединения всех этих новых технологий в единую систему<sup>6</sup>.

2) Коммерческие перспективы внедрения новых технологий огромны, поскольку люди всегда готовы тратить деньги на здоровье и красоту.

3) Медицина уникальна в плане того, что она требует постоянной работы в области новых высоких технологий. Медицинские корпорации, как представляется, в меньшей степени тормозят технический прогресс, чем некоторые другие (те же фармацевтические – см. Главы 8 и 9), и более заинтересованы в нем, поскольку главная цель медицинских корпораций – добиваться эффективности лечения.

4) Ряд демографических и экономических причин, связанных со старением населения, нехваткой трудовых ресурсов и обеспечением увеличивающегося числа пожилых людей (см. ниже), потребуют решительного роста возможностей медицины.

Далее мы более подробно рассмотрим социально-демографические и экономические условия, которые в огромной степени будут благоприятствовать прорыву в медицине.

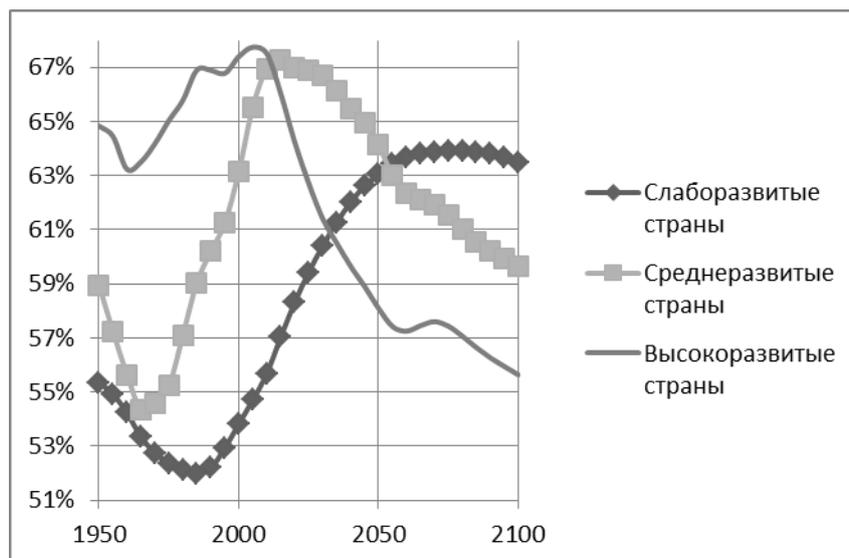
#### **7.4. СТАРЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ТРЕНД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА БУДУЩЕГО ПРОРЫВА<sup>7</sup>**

Старение населения и в целом изменение его возрастной структуры (см. Рис. 7.3–7.6), приведут к большим проблемам, связанным: а) с дефицитом трудовых ресурсов (см. Рис. 7.2, 7.7); б) с пенсионным обеспечением постаревшего населения (Рис. 7.5, 7.7). Они весьма остры уже сегодня, а в будущем в некоторых странах станут, несомненно, намного актуальнее. Внедрение даже сегодняшних медицинских и иных технологий в развивающихся и среднеразвитых странах существенно увеличит ожидаемую продолжительность жизни. А будущие успехи медицины и других новейших технологий, кроме того, могут обеспечить дальнейший рост ожидаемой продолжительности жизни в развитых странах и в мире в целом. Таким образом, проблема старения населения становится глобальной, а ее важность будет нарастать в течение целого ряда десятилетий (см., например: ВОЗ 2015а). Рассмотрим некоторые данные, показывающие состояние дел на сегодняшний день и прогнозы (консервативные, не учитывающие возможных прорывных успехов в медицине).

<sup>6</sup> Характерно, что даже такая вероятная технология будущего, как квантовый компьютер, который будет способен на порядки превосходить по быстродействию современные компьютеры, в своем назначении ориентируется на возможность совершать расчеты различных процессов в человеческом организме, в том числе в его мозге, и, как предполагается, именно медицина будет одной из главных сфер его приложения (см.: Баграев 2015). Впрочем, попутно отметим, что появляются и иные проекты компьютеров будущего. Так, появилось сообщение о создании фотонного компьютера (Ученые из США... 2015).

<sup>7</sup> В этом параграфе использованы рисунки и данные из нашей совместной статьи с А. В. Кортаевым (Гринин, Кортаев 2015е).

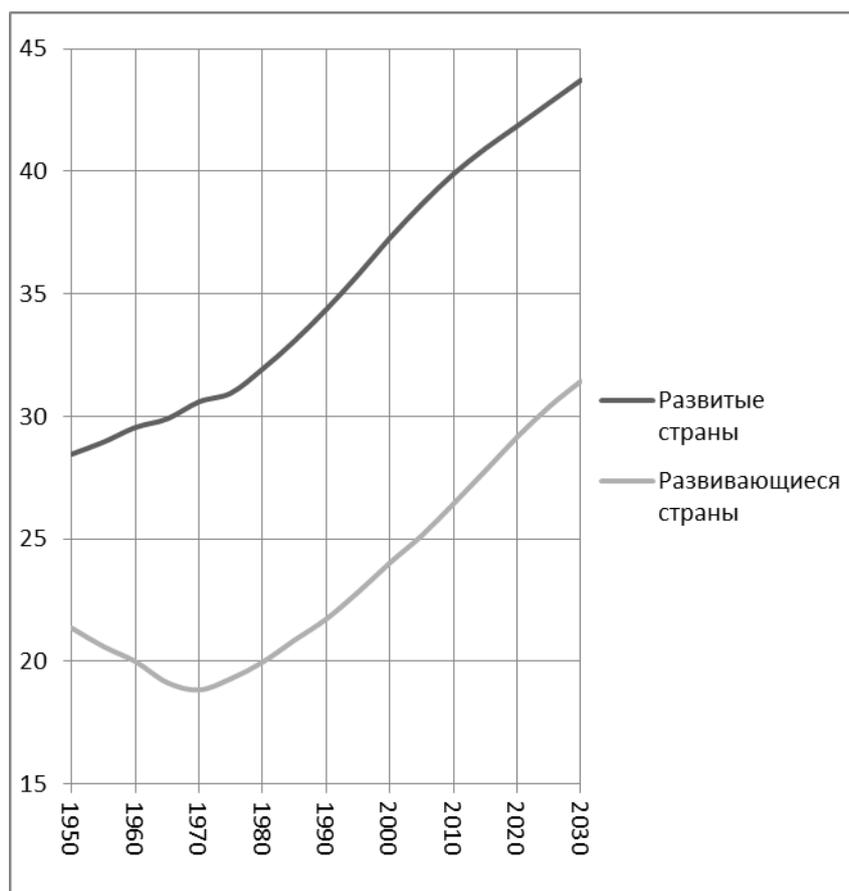
**Сокращение доли трудоспособного населения и рост доли пожилого и престарелого населения.** На Рис. 7.2 мы видим, что Запад уже полностью использовал свой демографический дивиденд, это означает, что трудовых ресурсов в странах Запада становится меньше, а процесс старения усиливается. На Рис. 7.2 также видно, что многие развивающиеся страны еще, по сути, накапливают демографические и трудовые ресурсы. Следовательно, в будущем они получат в этом плане важнейшее преимущество, что также будет способствовать более быстрым темпам роста экономики. Однако такая ситуация сложилась далеко не во всех развивающихся странах; в некоторых, таких как Китай, процессы старения и истощения демографического дивиденда весьма остры, так что в ближайшие десятилетия население данного государства начнет сокращаться.



**Рис. 7.2.** Динамика доли населения трудоспособных возрастов в общей численности населения, 1950–2015 гг., со средним прогнозом ООН до 2100 г.

Источник: UN Population Division 2015.

На следующем графике (Рис. 7.3) мы можем сравнить средний возраст населения в развитых и развивающихся странах. В последних структура населения существенно более молодая, чем на Западе, однако общая тенденция старения населения в мире прослеживается во всех странах.

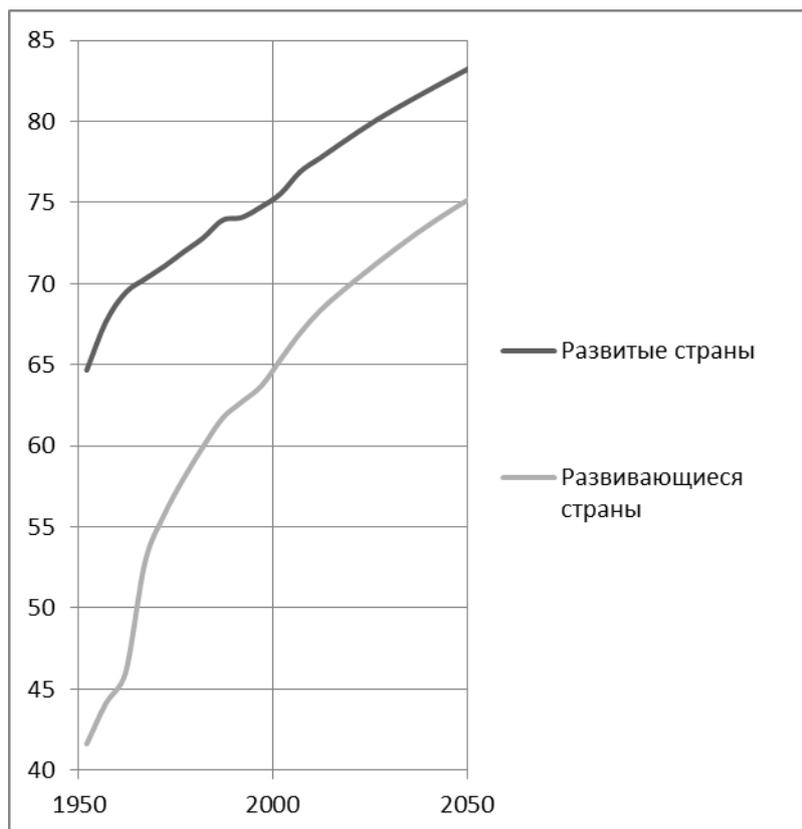


**Рис. 7.3.** Динамика медианного возраста продолжительности жизни при рождении (лет) в развитых и развивающихся странах, 1950–2015 гг., со средним прогнозом ООН до 2030 г.

Источник: UN Population Division 2015<sup>8</sup>.

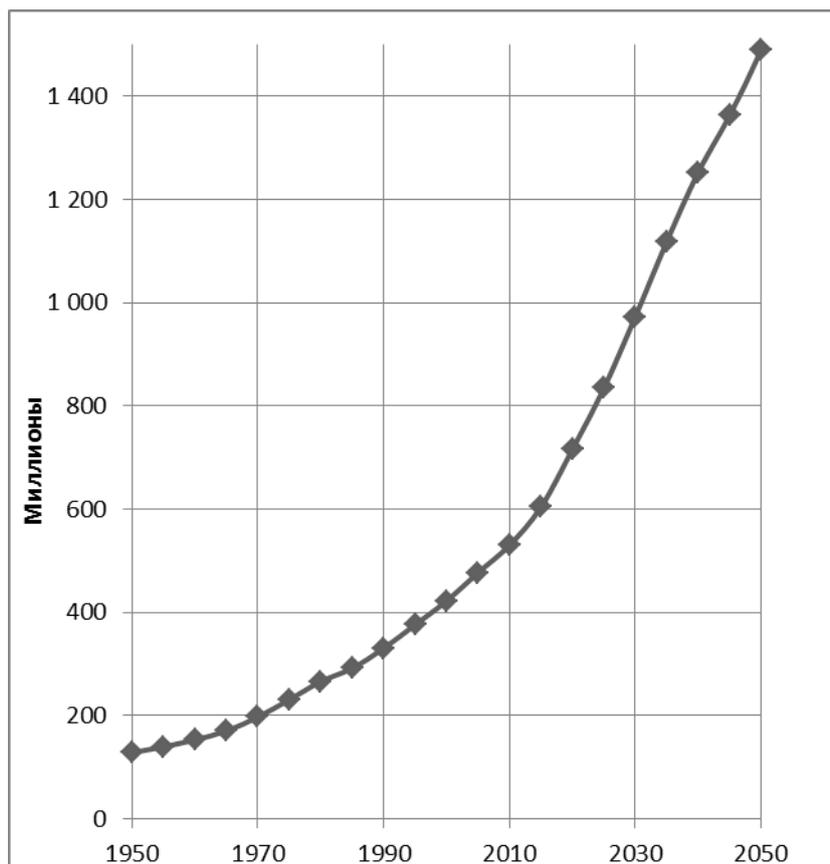
Следующие рисунки показывают рост пожилого и престарелого населения в мире; при этом мы видим беспрецедентное количество людей этих возрастов, даже если не учитывать возможные медицинские инновации (то есть при инерционном прогнозе ООН).

<sup>8</sup> Если медианный возраст населения данной страны составляет, например, 40 лет, это означает, что половина населения этой страны моложе 40 лет, а половина – старше.



**Рис. 7.4.** Динамика ожидаемой продолжительности жизни при рождении (лет) в развитых и развивающихся странах, 1950–2015 гг., со средним прогнозом ООН до 2050 г.

Источник: UN Population Division 2015.

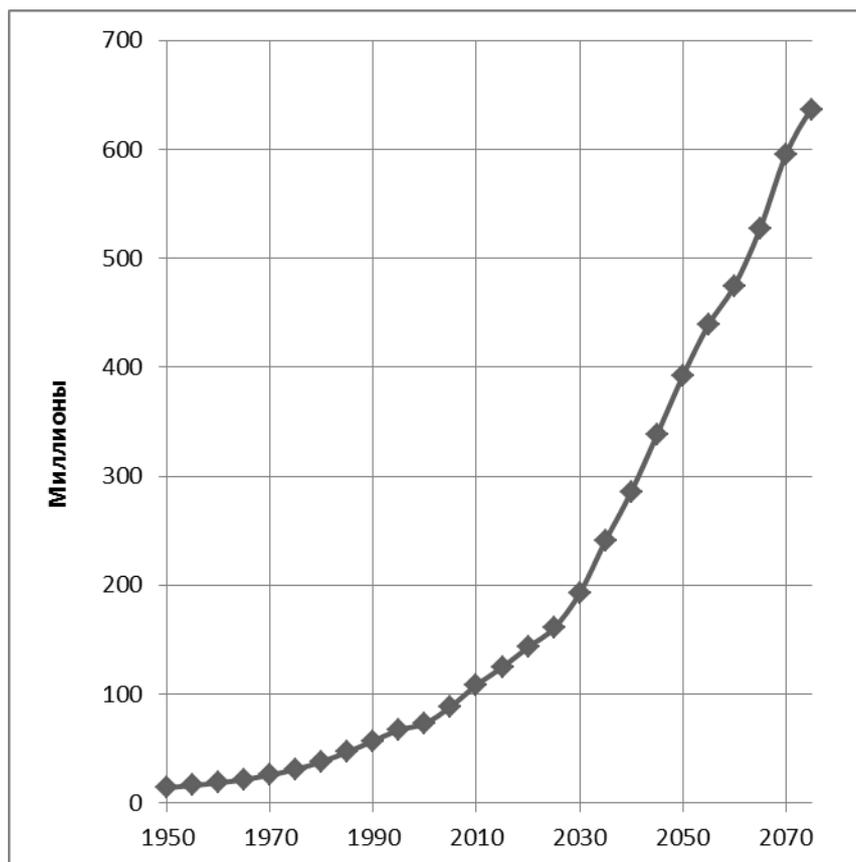


**Рис. 7.5.** Рост глобальной численности лиц пенсионного возраста (старше 65 лет), 1950–2015 гг., со средним прогнозом ООН до 2050 г.

Источник: UN Population Division 2015.

Оба графика на Рис. 7.4 и 7.5 показывают остроту нарастающей социальной проблемы, связанной с количеством пенсионеров и с тем, что одновременно численность людей трудоспособного возраста будет уменьшаться. При этом особенно быстрый рост глобальной численности лиц пенсионного возраста будет происходить именно в ближайшие 20 лет. За этот небольшой по историческим меркам срок их численность практически удвоится, увеличившись почти на 600 миллионов, а в целом заметно превысит миллиард человек. Таким образом, в свете данных прогнозов дата начала завершающей фазы кибернетической революции – 2030-е годы – приобретает новый смысл.

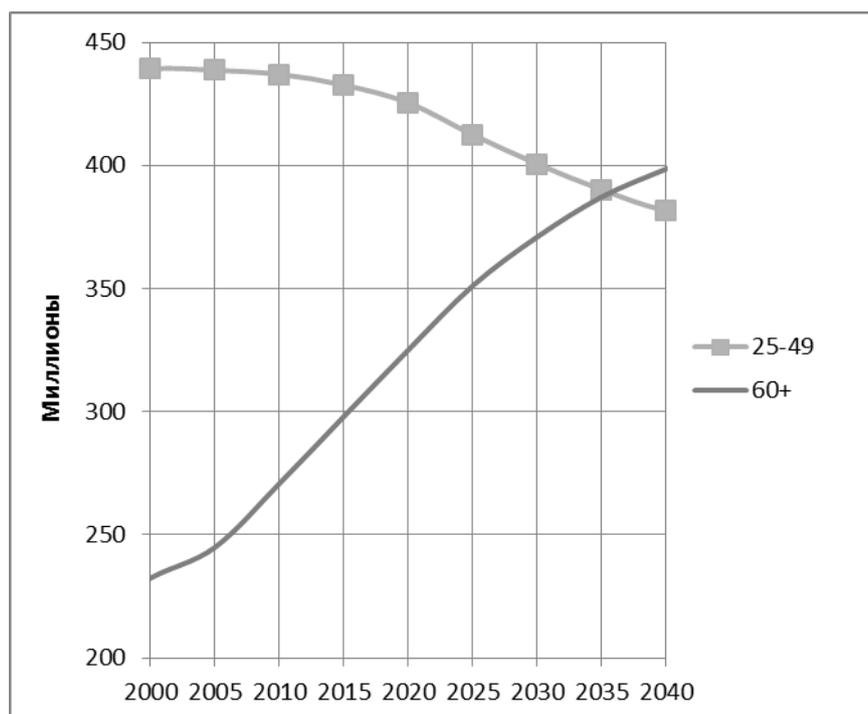
Еще более стремительное ускорение будет наблюдаться для глобальной численности лиц старше 80 лет. Если количество лиц пенсионного возраста к 2050 г. примерно удвоится, то количество пожилых людей старше 80 лет практически учетверится, по сравнению же с 1950 г. их численность к 2075 г. увеличится почти в 50 раз (см. Рис. 7.6).



**Рис. 7.6.** Рост глобальной численности особо пожилых людей (старше 80 лет), 1950–2015 гг., со средним прогнозом ООН до 2075 г.

Источник: UN Population Division 2015.

Понятно, что с особыми сложностями в ближайшие 20–30 лет столкнутся страны первого мира, где стремительное увеличение количества лиц пенсионных возрастов будет сопровождаться все ускоряющимся сокращением численности лиц активного трудоспособного возраста, и уже через 20 лет количество первых должна превысить численность последних (см. Рис. 7.6).



**Рис. 7.7.** Динамика численности лиц в активном трудоспособном возрасте (25–49 лет) и лиц пенсионных возрастов (старше 60 лет) в наиболее развитых странах мира, в миллионах человек, 2000–2015 гг., со средним прогнозом ООН на период до 2040 г.

Источник: UN Population Division 2015.

Как мы видим, количество пенсионеров на одного работающего будет увеличиваться, что предполагает риск падения уровня жизни и усиления конфликтности между поколениями. Нельзя забывать в этой связи и о том, что пожилое население будет представлять основную массу избирателей, тем самым заставляя политиков выполнять свою волю. Переход к такого рода геронтократии содержит множество других опасностей для общества, поскольку пожилые люди более склонны к консерватизму, что может снизить инновационность общества. Кроме того, пожилые люди менее склонны к покупкам дорогих вещей, новинок и недвижимости, а также к денежным накоплениям, что приведет к заметному изменению современной экономической модели, основанной на расширении конюмеризма. Старение населения, в частности в Японии, является одной из причин современной тенденции к дефляции (см. подробнее: Гринин, Коротаев 2014а; 2015б). Таким образом, старение населения и поиск решения проблемы обеспечения престарелых может запустить процесс изменения экономической модели, которая сегодня, по мнению все большего числа экономистов, зашла в тупик.

**Благоприятные социально-экономические предпосылки для начала завершающей фазы кибернетической революции в 2030-е гг. в области медицины.** Итак, суммируем те проблемы, которые вытекают из проанализирован-

ной демографической ситуации и достигнут высокой степени остроты к 2030-м гг.:

- к этому времени очень мощно проявится проблема старения населения. Причем в развитых странах, где она станет просто судьбоносной для демократий (в связи с тем, что основной электорат составят пожилые когорты, а также может усилиться конфликт поколений; см. об этом подробнее в *Заключении*). Но, повторим, проблема старения населения будет очень острой и в целом ряде развивающихся стран;

- обострится проблема пенсионных выплат (так как увеличится количество пенсионеров на одного работающего) и одновременно усилится дефицит рабочей силы, который уже имеется в ряде стран, в том числе и в России;

- одновременно существенно сократится рождаемость во многих развивающихся странах (во многих же – Китае, Иране, Таиланде и т. д. – она и так уже опустилась заметно ниже уровня простого замещения поколений); следовательно, правительства развивающихся стран начнут (и уже начинают) в основном беспокоиться не о решении вопроса ограничения роста населения, а о его здоровье.

Как можно будет решить эти проблемы? Понятно, что возможно некоторое перераспределением рабочей силы и капиталов между странами с дефицитом трудовых ресурсов и их избытком, что может дать определенный эффект<sup>9</sup>. Но ясно, что эти способы весьма ограничены. Так, увеличение количества эмигрантов в развитых странах приведет к размыванию ведущей этнокультурной основы общества, что уже сегодня вызывает серьезные проблемы. Безусловно, важным будет развитие трудосберегающих технологий, в частности робототехники. Это может смягчить дефицит рабочей силы, но, конечно, не решит проблемы недостатка средств, необходимых для выплаты пенсий и ухода за старыми и больными людьми<sup>10</sup>.

Остаются еще увеличение рабочего возраста (то есть возраста выхода на пенсию) и активная реабилитация инвалидов. Но при недостаточно здоровом населении этот путь крайне ограничен. Мы не говорим уже о политическом аспекте проблемы. Так, в России вопрос повышения пенсионного возраста безрезультатно дебатировался уже более десятилетия. Зато если получится существенно продвинуться в области новых медицинских и иных, связанных с медициной, технологий, которые позволят улучшить качество биологической жизни людей и ее продолжительность, то открывается гораздо более перспективный путь решения указанных проблем. Тогда в случае увеличения общей продолжительности

---

<sup>9</sup> В частности, мы предлагали создание некоей глобальной пенсионной системы с учетом указанной выше разницы в демографической структуре населения в развитых и развивающихся странах; потребности первых – в наличии трудоспособного населения, которое будет отчислять накопления в пенсионные фонды, потребности развивающихся стран – в притоке капитала и инвестиций. Но для этого необходимы изменение глобальной финансовой системы и гарантии сохранения долгосрочных накоплений (см. подробнее: Grinin, Korotayev 2010; Гринин, Коротаев 2015).

<sup>10</sup> В будущем с помощью роботов и других самоуправляемых систем можно будет серьезно сократить численность персонала по уходу за престарелыми и беспомощными людьми и в целом расходы на это. Но до этого пока еще очень далеко, мы полагаем, что это путь, которым можно будет воспользоваться не ранее 2050-х гг.

жизни проблему нехватки рабочей силы и пенсионных отчислений можно будет решать за счет того, что люди физически смогут работать дольше на десять, пятнадцать и более лет (разумеется, здесь потребуются решить и сложные социальные проблемы). Сказанное касается и адаптации инвалидов для более полной их вовлеченности в трудовой процесс за счет новых технических средств и достижений медицины. Словом, *пожилые люди и инвалиды в возрастающей степени обеспечивали бы свое содержание сами.*

Это одна сторона вопроса, связанная с тем, что через некоторое время общество не сможет обеспечить пенсионерам и престарелым достойное существование, если не изменит современные тренды. А изменить их реальнее всего именно за счет прорыва в медицинских в широком смысле слова технологиях, при этом реальность данного прорыва в связи с указанной необходимостью становится существенно выше.

Но есть и другая сторона, связанная с тем, что суммы, которые различные слои и силы готовы потратить на медицину, будут постоянно увеличиваться в перспективе нескольких десятилетий. Во-первых, сами растущие когорты пожилых и престарелых людей все больше готовы платить за медицинскую помощь, как самостоятельно, так и через различные фонды. Отметим, что уже сегодня объем медицинских услуг в мире стал очень большим. Он составляет около 10 % мирового ВВП, а в ряде развитых стран и выше 10 %, например до 17 % в США (рассчитано по: World Bank 2015). Но в связи со старением населения эти объемы увеличатся весьма существенно<sup>11</sup>.

Во-вторых, к ним также будет присоединяться все больше людей из развивающихся стран. Ускоренное развитие данных государств, о котором шла речь выше (см. также Приложение 2), приведет к некоторому выравниванию уровней развития периферийных и развитых стран, сокращению бедности и неграмотности. В итоге акцент усилий в этих странах сместится от искоренения невыносимых условий жизни к проблемам повышения качества жизни, заботы о здоровье и т. п. Таким образом, открывается огромный потенциал для развития медицины. К тому же в этих странах в ближайшие десятилетия прогнозируется бурный рост среднего класса (NIC 2012). Все это означает резкое увеличение спроса на медицинские услуги.

В-третьих, правительства и различные организации вынуждены будут увеличивать расходы на здравоохранение.

Таким образом, рывку в области медицины в целом будет способствовать складывающаяся к 2030-м гг. очень благоприятная ситуация в экономике, демографии, культуре, уровне жизни и т. д., что определит огромную потребность в научно-технологическом рывке. Говоря *благоприятная*, мы не имеем в виду, что в экономике все будет замечательно, скорее наоборот, все будет не столь хо-

<sup>11</sup> Существуют исследования, в которых показано, что расходы на медицинское обслуживание пациентов 75–84-х лет оказываются почти в два раза выше, чем расходы на пациентов 65–74-х лет; расходы на пациентов возрастной группы 85+ по сравнению с последней возрастают более чем в три раза (Alemayehu, Warner 2004; Fuchs 1998). Стоимость домашнего ухода и краткосрочного пребывания в больнице также весьма существенно зависит от возрастной группы пациентов (Liang *et al.* 1996). Правда, в докладе ВОЗ (2013: 107) сформулирован вывод на основании специального исследования в пяти странах, что старение населения не должно привести к существенному росту затрат на оказание медико-санитарной помощи, однако это вызывает сомнение. Но в любом случае определенный рост затрат в связи со старением на медицину до 2030-х гг. будет иметь место даже согласно данному докладу ВОЗ.

рошо, как хотелось бы. Благоприятная обстановка сложится потому, что резервы и ресурсы для продолжения прежних тенденций будут исчерпаны, в то же время потребности как ныне развитых, так и приблизившихся к ним развивающихся обществ возрастут. Отсюда усилится поиск новых путей развития.

*Итак, для технологического рывка в области медицины и смежных с ней направлений накопятся гигантские финансовые средства, а именно: пенсионные деньги, объем которых будет увеличиваться быстрыми темпами; отчисления правительств на медицинские и социальные нужды, растущие траты стареющего населения на поддержание здоровья, а также на здоровье растущего мирового среднего класса. Все это способно обеспечить и первоначальные крупные расходы на инвестиции, высокую инвестиционную привлекательность данных венчурных проектов и долговременный весьма широкий спрос на инновационные продукты, то есть полный набор благоприятных условий для мощного технологического прорыва.*

\* \* \*

В следующей части книги мы рассмотрим технологии комплекса новых направлений, который мы условно назвали **МАНБРИК-технологиями** (см. § 1 настоящей главы) и который должен сложиться в завершающей фазе кибернетической революции<sup>12</sup>. Но рассмотрим с разной степенью обстоятельности (более подробно будут освещаться медицина, биотехнологии и нанотехнологии).

В целом мы будем по возможности придерживаться следующего плана: история развития отрасли и периодизация ее основных этапов; сопоставление данной периодизации и общей схемы развития кибернетической революции; основные достижения отрасли на начальной и средней фазах кибернетической революции; какие характеристики кибернетической революции и каким образом проявляются на разных фазах развития направления; прогнозы относительно ее развития и роли на завершающей фазе революции и зрелых этапах научно-кибернетического принципа производства; взаимосвязи отрасли с другими направлениями.

---

<sup>12</sup> Напомним, что МАНБРИК-технологии – это комплекс технологий, которые сыграют, по нашему мнению, ведущую роль в завершающей фазе кибернетической революции. МАНБРИК – это соответственно: медицинские, аддитивные технологии (3D-принтеры), нанотехнологии, биотехнологии, робототехника, информационные и когнитивные технологии. Но порядок букв в данной аббревиатуре, очевидно, не отражает наши представления о сравнительной важности направлений этого комплекса. Порядок букв в аббревиатуре связан с удобством произношения.